

[Excerpt translation]

Japanese Unexamined Patent Publication No. 2001-245280

[Claim 1] A camera controlling system comprising:

- 5       a plurality of cameras, the cameras being disposed to allow  
control of attitude thereof; and  
          a camera controlling means to control the individual cameras,  
          wherein positional information of a subject to be photographed  
obtained from one of the cameras is used to control a photographing  
10   direction of the other of the cameras,  
          the system further comprising  
          a positional information acquiring means to acquire the  
positional information of the subject to be photographed by using  
a zooming control function and a focus control function of the one  
15   of the cameras.

# CAMERA CONTROL SYSTEM, DEVICE, METHOD, AND COMPUTER- READABLE STORAGE MEDIUM

Publication number: JP2001245280

Publication date: 2001-09-07

Inventor: OYA TAKASHI; TAKAGI TSUNEYOSHI

Applicant: CANON KK

Classification:

- international: **G01B11/00; H04N5/232; H04N7/18; G01B11/00; H04N5/232; H04N7/18; (IPC1-7): H04N7/18; G01B11/00; H04N5/232**

- European:

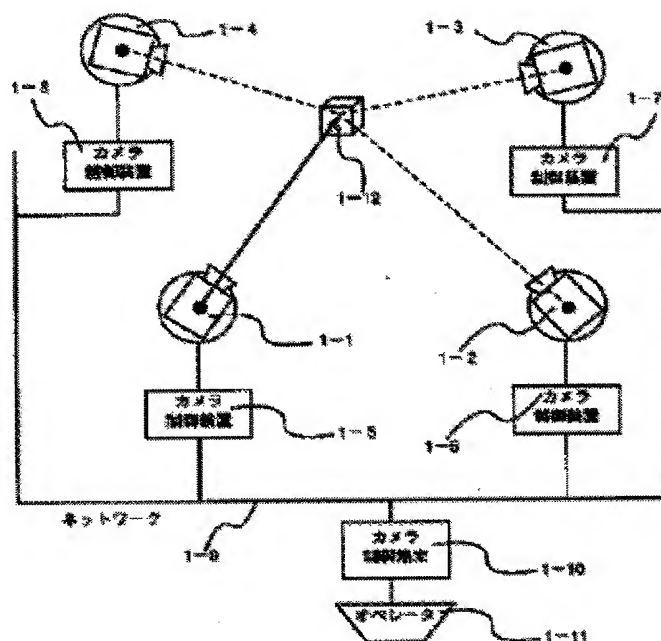
Application number: JP20000053205 20000229

Priority number(s): JP20000053205 20000229

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP2001245280

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To attain distance measurement with high accuracy by building up a camera control system which concurrently copes with an applied environment and the wideness of an applied object with economy and conducting zoom control, when measuring a distance up to a photographing object. **SOLUTION:** A master camera, selected from among cameras 1-1 to 1-4, uses an automatic focusing function and a zooming function for measuring the position of a photographing object 1-12 and transfers the position information to a camera operation terminal 1-10 and other cameras (slave cameras). A camera controller of each slave camera calculates, in which direction the photographing object 1-12 exists, when viewing from each slave camera and controls each slave camera, based on the result of calculation.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-245280

(P2001-245280A)

(43) 公開日 平成13年9月7日(2001.9.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\*(参考)

H 0 4 N 7/18

H 0 4 N 7/18

E 2 F 0 6 5

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

H 5 C 0 2 2

H 0 4 N 5/232

H 0 4 N 5/232

B 5 C 0 5 4

B

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2000-53205(P2000-53205)

(22) 出願日 平成12年2月29日(2000.2.29)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 大矢 崇

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 高木 常好

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74) 代理人 100090273

弁理士 國分 孝悦

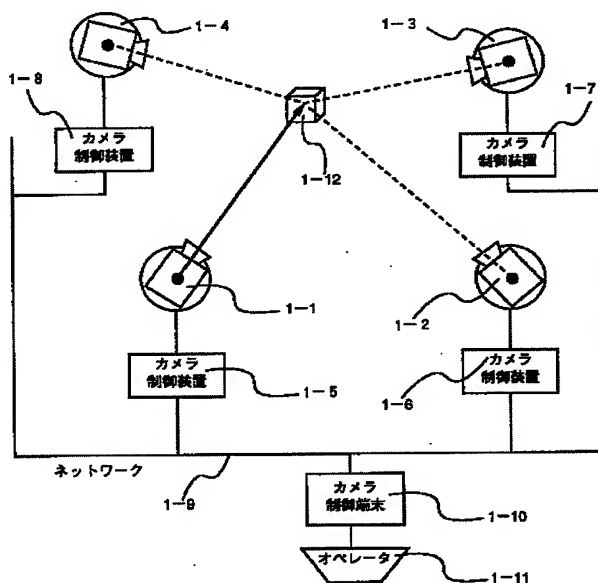
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カメラ制御システム、装置、方法、及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 適用環境や適用対象の広さと経済性とを兼ね備えたシステムを構築し、さらには撮影対象までの距離計測を行う際にズーム制御を行うことにより、精度の高い距離計測を可能にする。

【解決手段】 カメラ1-1～1-4の中から選択したマスターカメラにおいて自動合焦機能及びズーム機能を用いて撮影対象1-12の位置を計測し、その位置情報をカメラ操作端末1-10及び他のカメラ(スレーブカメラ)に転送する。スレーブカメラのカメラ制御装置では、スレーブカメラから見て撮影対象1-12がどの方向にあるかを計算し、この結果に基づいてスレーブカメラを制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 姿勢制御可能な複数台のカメラと、上記各カメラを制御するカメラ制御手段とを備え、一のカメラから得られる撮影対象の位置情報を用いて、他のカメラの撮影方向を制御する構成にしたカメラ制御システムであって、  
上記一のカメラにおけるズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、上記撮影対象の位置情報を得る位置情報取得手段を備えたことを特徴とするカメラ制御システム。

【請求項2】 上記位置情報取得手段は、上記撮影対象に対して上記一のカメラのズーム倍率を上げ、自動合焦機能により距離計測を行い、その距離計測情報と撮影位置及び方位情報とから上記撮影対象の位置情報を得ることを特徴とする請求項1に記載のカメラ制御システム。

【請求項3】 上記複数台のカメラ全てがズーム制御機能及び焦点制御機能を有することを特徴とする請求項1に記載のカメラ制御システム。

【請求項4】 上記複数台のカメラのうち任意の1台を上記一のカメラとして選択可能にしたことを特徴とする請求項3に記載のカメラ制御システム。

【請求項5】 上記他のカメラにおけるズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、上記撮影対象の位置情報を得る他の位置情報取得手段を備えたことを特徴とする請求項3に記載のカメラ制御システム。

【請求項6】 姿勢制御可能なカメラを制御するカメラ制御装置であって、

上記姿勢制御可能なカメラのズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、撮影対象の位置情報を得る位置情報取得手段と、

上記位置情報取得手段により得られた上記撮影対象の位置情報を、他の姿勢制御可能なカメラを制御するための情報として外部に送信する送信手段とを備えたことを特徴とするカメラ制御装置。

【請求項7】 上記位置情報取得手段は、上記撮影対象に対して上記カメラのズーム倍率を上げ、自動合焦機能により距離計測を行い、その距離計測情報及び撮影位置情報から上記撮影対象の位置情報を得ることを特徴とする請求項6に記載のカメラ制御装置。

【請求項8】 ズーム倍率の上昇に制限を課すズーム制限手段を備えたことを特徴とする請求項7に記載のカメラ制御装置。

【請求項9】 複数台のカメラのうち一のカメラから得られる撮影対象の位置情報を用いて、他のカメラの撮影方向を制御するカメラ制御方法であって、  
上記一のカメラにおけるズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、上記撮影対象の位置情報を得る手順を有することを特徴とするカメラ制御方法。

【請求項10】 姿勢制御可能なカメラを制御するカメラ制御方法であって、

上記姿勢制御可能なカメラのズーム制御機能及び焦点制

御機能を用いて、撮影対象の位置情報を得る手順と、  
上記手順により得られた上記撮影対象の位置情報を、他の姿勢制御可能なカメラを制御するための情報として外部に送信する手順とを有することを特徴とするカメラ制御方法。

【請求項11】 複数台のカメラのうち一のカメラから得られる撮影対象の位置情報を用いて、他のカメラの撮影方向を制御するためのプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、

上記一のカメラにおけるズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、上記撮影対象の位置情報を得る処理を実行するためのプログラムを格納したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【請求項12】 姿勢制御可能なカメラを制御するためのプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、

上記姿勢制御可能なカメラのズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、撮影対象の位置情報を得る処理と、  
上記処理により得られた上記撮影対象の位置情報を、他の姿勢制御可能なカメラを制御するための情報として外部に送信する処理とを実行するためのプログラムを格納したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カメラ制御システム、装置、方法、及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に関し、複数台のカメラによって同一の撮影対象を追尾して撮影するに用いて好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】監視カメラシステムや放送メディア用カメラシステム等の分野において、複数台のカメラを用いて同一の撮影対象を追尾するシステムが実用化されている。この種のシステムにおいては、複数台のカメラ全ての姿勢制御を人間が手動で行うのが一般的であった。

【0003】一方で、市販カメラにおいては、自動合焦機能を用いて撮影対象までの距離を計測する方式が知られている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来例のように全てのカメラの制御を人間が手動で行うのでは、一度に制御できるカメラの個数が限定されてしまい、大規模なシステムを構築することは不可能であった。

【0005】又、全てのカメラを自動制御する方式も提案されているが、使用環境や使用対象になんらかの制約条件が課されることが多く、専用の画像処理ハードウェアを使用する高額なシステムとなることが一般的であった。

【0006】一方、自動合焦機能を用いて撮影対象までの距離を計測する方式では、ズームを固定している場

10

20

30

40

50

合、距離の計測精度が低くなるといった問題があった。

【0007】本発明は上記のような事情に鑑みてなされたものであり、複数台のカメラを個々に手動制御或いは自動制御するのではなく、手動制御する一のカメラに追従させて他のカメラを制御することにより、適用環境や適用対象の広さと経済性とを兼ね備えたシステムを構築し、さらには撮影対象までの距離計測を行う際にズーム制御を行うことにより、精度の高い距離計測を可能にすることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のカメラ制御システムは、姿勢制御可能な複数台のカメラと、上記各カメラを制御するカメラ制御手段とを備え、一のカメラから得られる撮影対象の位置情報を用いて、他のカメラの撮影方向を制御する構成にしたカメラ制御システムであって、上記一のカメラにおけるズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、上記撮影対象の位置情報を得る位置情報取得手段を備えた点に特徴を有する。

【0009】又、本発明のカメラ制御システムは、上記位置情報取得手段は、上記撮影対象に対して上記一のカメラのズーム倍率を上げ、自動合焦機能により距離計測を行い、その距離計測情報と撮影位置及び方位情報とから上記撮影対象の位置情報を得る点に特徴を有する。

【0010】又、本発明のカメラ制御システムは、上記複数台のカメラ全てがズーム制御機能及び焦点制御機能を有する点に特徴を有する。

【0011】又、本発明のカメラ制御システムは、上記複数台のカメラのうち任意の1台を上記一のカメラとして選択可能にした点に特徴を有する。

【0012】又、本発明のカメラ制御システムは、上記他のカメラにおけるズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、上記撮影対象の位置情報を得る他の位置情報取得手段を備えた点に特徴を有する。

【0013】本発明のカメラ制御装置は、姿勢制御可能なカメラを制御するカメラ制御装置であって、上記姿勢制御可能なカメラのズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、撮影対象の位置情報を得る位置情報取得手段と、上記位置情報取得手段により得られた上記撮影対象の位置情報を、他の姿勢制御可能なカメラを制御するための情報として外部に送信する送信手段とを備えた点に特徴を有する。

【0014】又、本発明のカメラ制御装置は、上記位置情報取得手段は、上記撮影対象に対して上記カメラのズーム倍率を上げ、自動合焦機能により距離計測を行い、その距離計測情報及び撮影位置情報から上記撮影対象の位置情報を得る点に特徴を有する。

【0015】又、本発明のカメラ制御装置は、ズーム倍率の上昇に制限を課すズーム制限手段を備えた点に特徴を有する。

【0016】本発明のカメラ制御方法は、複数台のカメ

ラのうち一のカメラから得られる撮影対象の位置情報を用いて、他のカメラの撮影方向を制御するカメラ制御方法であって、上記一のカメラにおけるズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、上記撮影対象の位置情報を得る手順を有する点に特徴を有する。

【0017】又、本発明のカメラ制御方法は、姿勢制御可能なカメラを制御するカメラ制御方法であって、上記姿勢制御可能なカメラのズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、撮影対象の位置情報を得る手順と、上記手順により得られた上記撮影対象の位置情報を、他の姿勢制御可能なカメラを制御するための情報として外部に送信する手順とを有する点に特徴を有する。

【0018】本発明のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体は、複数台のカメラのうち一のカメラから得られる撮影対象の位置情報を用いて、他のカメラの撮影方向を制御するためのプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、上記一のカメラにおけるズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、上記撮影対象の位置情報を得る処理を実行するためのプログラムを格納した点に特徴を有する。

【0019】又、本発明のコンピュータ読み取り可能な記憶媒体は、姿勢制御可能なカメラを制御するためのプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であって、上記姿勢制御可能なカメラのズーム制御機能及び焦点制御機能を用いて、撮影対象の位置情報を得る処理と、上記処理により得られた上記撮影対象の位置情報を、他の姿勢制御可能なカメラを制御するための情報として外部に送信する処理とを実行するプログラムを格納した点に特徴を有する。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて、本発明の実施の形態について説明する。

（第1の実施の形態）第1の実施の形態では、複数台のカメラの姿勢（撮影方向）を外部制御可能にしたカメラ制御システムにおいて、1つのカメラを選択して撮影対象の撮影及び撮影対象の位置計測を行う。そして、当該撮影対象の位置情報を他のカメラに送信して当該他のカメラを制御することにより、これら複数台のカメラが同時に同一の撮影対象を撮影するカメラ制御システムを構築する。又、撮影対象の位置計測の際に、ズーム制御及びフォーカス制御を用いることにより、その計測精度を向上させる。以下では、本実施の形態のハードウェア構成、制御原理、及び処理手順について説明する。

【0021】図1は、本実施の形態のカメラ制御システムのハードウェア構成を示すブロック図である。カメラモジュールは、姿勢制御可能なカメラ及びカメラ制御装置が対となり、複数の組のカメラ1-1～1-4及びカメラ制御装置1-5～1-8がネットワーク1-9に接続する構成となっている。なお、図1には4組のカメラモジュールを示すが、少なくとも2組以上あれば何組であってもよい。

10

20

30

40

50

【0022】ネットワーク1-9にはカメラ操作端末1-10が接続され、オペレータ1-11は、ネットワーク1-9を通じて同時に一又は複数のカメラ1-1～1-4の映像を見ることができ、そのうち1つのカメラモジュールの手動制御を行うことができる。ここでは、ネットワーク1-9としてLANを想定するが、EtherNet、ATM、C/FDDI等その伝送方式に依存するものではない。

【0023】各カメラ制御装置1-5～1-8には、映像ソフトウェアとカメラ制御ソフトウェアとが搭載されている。映像ソフトウェアは、各カメラ1-1～1-4から映像信号を取り込み、ネットワーク1-9に送信する機能を有する。又、カメラ制御ソフトウェアは、カメラに割り当てられた役割に応じてカメラの姿勢を直接制御する機能と、撮影対象1-12の位置情報を与えたときに、当該撮影対象1-12が視野に入るよう姿勢制御を行う機能と、撮影対象1-12の位置を計測し、その位置情報をカメラ操作端末1-10や他のカメラ側に送信する機能とを有する。

【0024】カメラ操作端末1-10には、カメラモジュールからの映像信号や各種情報の受信や表示、オペレータ1-11のカメラ切り替え命令やカメラ制御命令の入力、及びカメラ制御装置1-5～1-8への転送等の機能を持ったハードウェア及びソフトウェアが搭載されている。

【0025】以下、図1に示すカメラ制御システムにおいて、オペレータ1-11が直接操作を行うカメラを「マスターカメラ」と称し、オペレータ1-11が直接操作を行わないカメラを「スレーブカメラ」と称する。全てのカメラモジュールは同一のハードウェア及びソフトウェアによって構成され、使用状況に応じてマスターカメラ若しくはスレーブカメラとしての役割を担うことになる。

【0026】図2には、カメラモジュールのハードウェア構成及びカメラ操作端末のハードウェア構成を示す。ハードウェアは、図1に示したカメラ1-1～1-4を構成するカメラ2-1と、図1に示したカメラ制御装置1-5～1-8を構成するカメラ制御装置2-6とから構成される。

【0027】カメラ2-1は、画像を入力する撮像素子2-2と、撮影の際のカメラパラメータを制御するカメラパラメータ制御装置2-3と、姿勢制御装置2-4とを備える。ここで、カメラパラメータとは、ズーム、フォーカス、アイリス、ゲイン、シャッタースピード、ホワイトバランス等を制御するパラメータを指す。

【0028】又、カメラ制御装置2-6は、CPU2-7と、RAM2-8と、ROM2-9と、二次記憶装置2-10と、I/O2-11と、モニタ2-13が接続されたビデオキャプチャボード2-12とを備える。又、ネットワーク2-18を通じて外部からカメラ制御命令を取得したり、外部に映像信号やカメラの状態信号を転送したりする通信部2-17を備える。又、保守、点検のために必要に応じてキーボード2-14、マウス等のポインティングデバイス2-15を接続する。これら各部はバス2-16により接続されている。このカメラ制御装置2-6は汎用のコンピュータにより実現す

ることができる。

【0029】上記カメラ2-1のカメラパラメータ制御装置2-3及び姿勢制御装置2-4は、制御信号線を通じて上記カメラ制御装置2-6のI/O2-11に接続され、同装置と通信することによりカメラパラメータや水平（パン）・垂直（チルト）方向の現在角度の取得及び設定（制御）が可能である。なお、制御信号方式としては、RS-232CやパラレルIO等があるが限定されるものではない。

【0030】又、上記カメラ2-1の撮像素子2-2から出力される映像信号は、上記カメラ制御装置2-6のビデオキャプチャボード2-12によってデジタル化されてネットワーク2-18に送信される。ビデオキャプチャボード2-12はVRAMを兼ねており、モニタ2-13にカメラ映像とコンピュータ出力とを重畳して表示することができる。なお、出力信号の形式はNTSC方式やY/C分離方式等があるが、信号の方式に依存するものではない。

【0031】上記カメラ制御装置2-6は、キーボード2-14やマウス2-15からの入力、ネットワーク2-18を介して送信された制御信号を、制御信号線を通じて上記カメラ2-1のカメラ制御装置2-3及び姿勢制御装置2-4に送信し、これらカメラ制御装置2-3及び姿勢制御装置2-4を制御する。

【0032】又、図2には、図1に示したカメラ操作端末1-10を構成するカメラ操作端末2-19の構成を示す。構成カメラ操作端末2-19は、CPU2-20、RAM2-22、ROM2-21、二次記憶装置2-23、モニタ2-25が接続されたVRAM2-24、キーボード2-26、マウス2-27、通信部2-29を備え、これら各部はバス2-28により接続されている。すなわち、このカメラ操作端末2-19は、上記カメラ制御装置2-6において、ビデオキャプチャボード2-12をVRAM2-24に変更し、又、カメラ2-1を直接制御するためのI/O2-11を除いた他は同様であり、ネットワークインターフェース及びグラフィック表示機能を有する市販のコンピュータを用いて実現することが可能である。

【0033】図1に戻って、本実施の形態におけるカメラ制御方式の概念について説明する。図1では、上述したように4組のカメラモジュール（カメラ1-1～1-4及びカメラ制御装置1-5～1-8）が存在する。三次元ワールド座標上での各カメラ（1-1～1-4）の位置及び姿勢は既知となっているとする。

【0034】撮影対象1-12がカメラ前方を移動しているとすると、オペレータ1-11は、最初にカメラ操作端末1-10上のカメラ操作ソフトウェアを用いてマスターカメラを選択し、当該マスターカメラの視線方向を指示して姿勢制御を行う。

【0035】全てのカメラモジュールはオートフォーカス機能（自動合焦機能）を利用した距離計測機能を有し、画像中のある領域に存在する撮影対象1-12までの距離を計測することができる。自動合焦機能の対象となる

画像領域は、マスターカメラにおいてはオペレータ1-11が指定する。又、スレーブカメラでは画像中央に固定する。マスターカメラの視線（方位）方向、撮影対象1-12の画像上での位置、及び対象1-12までの距離から、撮影対象1-12の三次元ワールド座標における位置を計測することができる。

【0036】ここで、自動合焦機能を利用した距離計測方式について説明する。自動合焦機能はカメラモジュールのカメラパラメータ制御装置1-4～1-8に具備されるものであり、画像中の部分領域に対してフォーカスレンズ駆動モータの最適な制御位置を求め、合焦させるものである。このようなフォーカスその他のカメラパラメータの最適化を目的として設定する画像中の部分領域を、以下「検出領域」と称する。

【0037】自動合焦機能では、検出領域内の画像の高周波成分のエネルギーが最大となるようフォーカスレンズ駆動モータの位置を制御する方式が一般的に知られている。このような自動合焦機能は、市販のカメラに実装されている機能を用いて実現することが可能である。

【0038】そして、フォーカスレンズ駆動モータの制御位置から距離を求める方式としては、予め距離が既知である被写体を用いて自動合焦動作を行い、最適化後のフォーカスレンズ駆動モータのパルス値と距離との関係を測定してこれを表として保持する方式や、光学系の設計からこれを解析的に求める方式等がある。

【0039】以上はズームを固定した場合の話であるが、ズームを変更することにより、距離計測の精度を向上させることができる。図3、4を用いて、その原理について説明する。

【0040】図3(a)、(b)は、一般的なカメラの被写界深度と合焦限界距離とを模式化して示したものである。被写界深度とは焦点の合う範囲をいい、鮮鋭深度ともいう。又、合焦限界距離とはこれ以上近い距離では焦点を合わせることのできない距離をいい、最短撮影距離ともいう。図3(a)に示すように被写界深度はズームとともに狭くなり、図3(b)に示すように合焦限界距離はズームとともに大きく（遠く）なるのが分かる。

【0041】このため、ズーム倍率を上げて自動合焦機能により被写体までの距離を計測した方が精度が高くなる。この様子を図4に示す。図4(a)では、カメラ4の画角が $\theta 1$ であり、自動合焦機能による距離計測を行った結果、誤差範囲が $e 1$ と計測され、計測位置P1が撮影対象の実際の位置Rからややずれている。

【0042】ここで、誤差範囲 $e 1$ は被写界深度に対応するものであり、図3(a)で説明したように、ズーム倍率を上げると狭くなる。すなわち、図4(b)に示すように、ズーム倍率を上げて画角を $\theta 2(<\theta 1)$ とし、再度自動合焦機能による距離計測を行えば、誤差範囲 $e 2$ が上記誤差範囲 $e 1$ よりも狭くなり、計測位置P2が実際の位置Rにより近づく。さらに、図4(c)に示すように、同

様にズーム倍率を上げて画角を $\theta 3(<\theta 2)$ とし、再度自動合焦機能による距離計測を行えば、誤差範囲 $e 3$ 上記誤差範囲 $e 2$ よりも狭くなり、計測位置P3が実際の位置Rとほぼ合致する。

【0043】以上のようにズーム倍率を上げるほど撮影対象までの距離計測の精度が向上するが、あまりズーム倍率を上げすぎると、画面上での撮影対象が大きくなりすぎ、又、合焦限界距離も大きくなることから、ズーム倍率の上昇にも限界がある。そこで、ズーム倍率の上昇を予め定めた一定値以下となるよう制限したり、合焦の状態を観察して合焦できないようならばズーム倍率を下げたりする等のズーム制限処理を行う。なお、上記自動合焦機能、ズーム機能は市販のカメラが有するものであり、なんらコストアップすることなく、精度の高い位置計測を行うことができる。

【0044】次に、本実施の形態におけるカメラ制御の処理動作について説明する。図1を用いて概略を説明すれば、まず、選択したマスターカメラにおいて撮影対象1-12の位置を計測する。三次元ワールド座標での撮影対象1-12の位置が決まれば、マスターカメラは、撮影対象1-12の位置情報をカメラ操作端末1-10及びスレーブカメラに転送する。

【0045】スレーブカメラのカメラ制御装置上のカメラ制御ソフトウェアは、スレーブカメラの三次元ワールド座標上での位置及び姿勢が既知であることから、スレーブカメラから見て撮影対象1-12がどの方向にあるかを計算し、この結果に基づいてスレーブカメラを制御する。

【0046】このように、マスターカメラを選択し、撮影対象1-12に向けて制御することで、人手を介することなくスレーブカメラを撮影対象1-12に向けることができる。以下、具体的に説明する。

【0047】図5は、カメラ操作端末1-10のユーザインターフェースを構成するGUI（Graphical User Interface）の一例を示す。画面には、マスターカメラの映像表示部5-1（図5では撮影対象5-2が映し出されている）、自動合焦機能の対象領域である検出領域5-3、カメラを操作するためのカメラ操作ボタン5-4、自動ズーム制御ボタン5-5、プログラム終了ボタン5-6、撮影対象5-2の位置表示5-7、カメラ選択ボタン5-8が表示されている。

【0048】制御を開始するにあたり、オペレータは、まずマスターカメラを選択する。これは、カメラ選択ボタン5-8のうち所望のカメラ番号をマウス等によって指定することにより行われる。

【0049】マスターカメラを選択したら、オペレータは、「直接操作」若しくは「対象の指定操作」によりマスターカメラを操作する。

【0050】直接操作とは、操作ボタン5-4を使用する方法であり、上下左右、ホームポジションへの移動等の



制御を行うことができる。この場合、検出領域5-3の位置は、例えば中央に固定されたまま変化しない。

【0051】対象の指定操作とは、検出領域5-3を移動させることによりカメラを制御する方法であり、マウス等のポインティングデバイスを用いてドラッグ操作により検出領域5-3の移動操作を行う。検出領域5-3を画像上の撮影対象5-2に重ね合わせることで、マスターカメラのカメラ制御装置において自動合焦機能を用いた距離計測を行い、距離と撮影位置とから後述する手法による位置計測を行う。そして、撮影対象5-2の位置情報をカメラ操作端末1-10を通じて各スレーブカメラに送信することにより、最終的に各スレーブカメラの操作制御を行う。

【0052】なお、自動ズームボタン5-5により自動ズームのON/OFFを選択することができる。自動ズームがONになっているときは、距離計測においてズーム制御を行い、その結果、上述した方式により位置計測精度の向上を図ることが可能となる。

$$\theta_f = \tan^{-1} \{k_x |u_f - u_c| / f_s\}$$

$$\phi_f = \tan^{-1} \{k_y |v_f - v_c| / \sqrt{\{k_x |u_f - u_c|\}^2 + f_s^2}\} \cdots (1)$$

【0056】ただし、 $\sqrt{X}$ はXの平方根である。又、 $k_x$ 、 $k_y$ は1画素の大きさ（横幅、縦幅）であり、単位は[mm/pixel]である。これはCCD撮像素子のサイズ、有効画素数、及び画像平面のサイズ等から計算することができる。

【0057】問題の簡素化のために、マスターカメラ座標系のXYZ各軸は三次元ワールド座標系のXYZ各軸と平行であり、パン方向の回転角はY軸の正方向を原点とし、Z軸周りにX軸の正方向への回転角として定義す※

$$\begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \\ Z_t \end{bmatrix} = r_m \begin{bmatrix} \cos \phi_m \sin \theta_m \\ \cos \phi_m \cos \theta_m \\ \sin \phi_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \cos \theta_m \\ -\sin \theta_m \\ 0 \end{bmatrix} u + \begin{bmatrix} -\sin \phi_m \sin \theta_m \\ -\sin \phi_m \cos \theta_m \\ \cos \phi_m \end{bmatrix} v$$

$$u = k_x |\mu_f - u_c|$$

$$v = k_y |v_f - v_c|$$

【0059】マスターカメラの初期位置及び初期姿勢は、実測により求める。又、動作中の姿勢変化分については、カメラとの通信によって得た値を使用する。一般に三次元空間中においてカメラの位置及び姿勢を求める手法をカメラのキャリブレーションと呼び、公知の研究例[R.Y.Tsai, 'An efficient and accurate camera calibration technique f3D machine vision', Proc.of CVPR, pp. 364-374, 1986]をはじめとして多くの研究例がある。

【0060】本実施の形態では、マスターカメラはオペレータの操作に応じて視線方向を変更するが、このときに視点の位置とパン・チルト軸の回転中心とがずれている場合、視点の位置が変化する。しかし、カメラの機構★

$$\theta_{st} = \tan^{-1} \{ (X_t - X_s) / (Y_t - Y_s) \}$$

★【0053】次に、図6に従って、マスターカメラにおける撮影対象の位置計測、及びスレーブカメラにおける姿勢制御目標値の計算について説明する。

【0054】まず、マスターカメラにおける撮影対象の位置計測について述べる。図6(a)において、マスターカメラの視点は三次元座標空間上の点C。(X<sub>s</sub>, Y<sub>s</sub>, Z<sub>s</sub>)にあり、スレーブカメラの視点は点C。(X<sub>s</sub>, Y<sub>s</sub>, Z<sub>s</sub>)にある。又、撮影対象は点P<sub>t</sub>(X<sub>t</sub>, Y<sub>t</sub>, Z<sub>t</sub>)にある。

10 【0055】ここで、オペレータが、図5に示す画面上で撮影対象5-2に検出領域5-3を重ね合わせたとする。図6(b)は、マスターカメラの画像座標系を表示したものである。ここでは、画像座標を画像の左上を原点とし、右にX軸の正方向、下にY軸の正方向をとる。検出領域5-3の画像座標を(u<sub>f</sub>, v<sub>f</sub>)、画像中心の座標を(u<sub>c</sub>, v<sub>c</sub>)、とし、レンズの焦点距離をf<sub>s</sub>[mm]とすると、マスターカメラから見た撮影対象の方向θ<sub>f</sub>、φ<sub>f</sub>は、下記の式(1)のように表される。

※。又、チルト方向の回転角はXY平面からの仰角であると定義する。このように定義すると、図6(a)の三次元ワールド座標系において撮影対象の座標(X<sub>t</sub>, Y<sub>t</sub>, Z<sub>t</sub>)は、マスターカメラからの距離r<sub>st</sub>、マスターカメラの視点の位置(X<sub>s</sub>, Y<sub>s</sub>, Z<sub>s</sub>)、マスターカメラの姿勢(マスターカメラから見た撮影対象の方向)θ<sub>f</sub>、φ<sub>f</sub>を用いて、下記の式(2)のように表される。

【0058】

【数1】

★が既知であれば、公知の手法による正確なキャリブレーションにより、カメラの回転運動に伴う視点の移動を計算することが可能である。なお、厳密にはズームやフォーカス変更に伴うレンズ位置の変化によっても視点は変化したが、本実施の形態ではその変化分は無視する。

【0061】次に、スレーブカメラにおける姿勢制御目標値の計算について述べる。上記のようにして得られた撮影対象の位置情報(撮影対象の座標(X<sub>t</sub>, Y<sub>t</sub>, Z<sub>t</sub>))からスレーブカメラのパン・チルト制御値θ<sub>st</sub>、φ<sub>st</sub>を求めると、下記の式(3)のように表される。ここで、スレーブカメラ座標系の原点は点C。(X<sub>s</sub>, Y<sub>s</sub>, Z<sub>s</sub>)であり、XYZ各軸はマスターカメラ座標系のXYZ各軸と平行に設定する。



$$\phi_{st} = \tan^{-1} \{ (Z_t - Z_s) / \sqrt{(X_t - X_s)^2 + (Y_t - Y_s)^2} \} \cdots (3)$$

【0062】パン・チルト制御値 $\theta_{st}$ 、 $\phi_{st}$ が求められ、その角度を制御目標値としてスレーブカメラを制御するようにカメラ制御装置から指令を送ればよい。

【0063】以上述べた原理により、オペレータの制御するマスターカメラを用いて撮影対象の位置計測を行い、その結果を使用してスレーブカメラの姿勢を制御することにより、各スレーブカメラを撮影対象の方向に向けることができる。

【0064】以下、図7、8のフローチャートを用いて、本実施の形態のカメラ制御システムの制御処理手順について説明する。

【0065】図7は、カメラ操作端末上で動作するカメラ操作ソフトウェアによる処理を示す。まず処理開始後において、初期化処理を行う（ステップS701）。これは、図5に示したGUIの表示を初期化する等の処理である。次に、ステップS702に移行して、入力イベント待ちループに入る。入力イベントには、カメラ操作端末のGUIを通じてのオペレータの制御入力と、マスターカメラからのメッセージとが存在する。

【0066】GUIにおいてカメラの方向ボタン5-4が押された場合や、検出領域5-3を画像中の撮影対象5-2に重ね合わせる操作がされた場合、カメラ移動入力イベントが発生する（ステップS703）。この場合、ステップS704において、マスターカメラの姿勢を変更するモータの制御コマンドを作成する。方向ボタン5-4による入力である場合、単に一定角度回転を行う制御コマンドを生成する。又、検出領域5-3を移動させる入力である場合、上記式(1)における $\theta_f$ 、 $\phi_f$ はカメラの光軸を基準にした対象の角度変位なので、この値 $\theta_f$ 、 $\phi_f$ を移動目標角度とする制御コマンドを生成する。制御コマンド生成後、ステップS705において、当該制御コマンドをマスターカメラに送信する。

【0067】GUIにおいてマスター選択ボタン5-8が押された場合、マスター選択イベントが発生する（ステップS706）。この場合、ステップS707において、制御コマンドを送信するマスターカメラを指定されたカメラに変更する。又、映像受信ソフトウェアにも受信を行うカメラの変更を指示する。本実施の形態では、各カメラの映像受信ソフトウェアはネットワーク上に映像を送り続けて受信側で選択する構成としたが、カメラ操作ソフトウェアからの映像受信要求があるときのみ送信側で映像を送信する方式をとってもよい。

【0068】マスターカメラは、後述するようにカメラ制御を行った後に、撮影対象の位置計測を行い、その結果をカメラ操作端末のカメラ操作ソフトウェアに送信する。このメッセージをカメラ操作ソフトウェアが受けた場合（ステップS708）、撮影対象の位置に関する表示5-7の更新を行う（ステップS709）。

【0069】GUIにおいて終了ボタン5-6が押された場合、終了イベントが発生する（ステップS710）。この場合、ステップS711において、終了処理として全てのカメラモジュールに処理の終了を告知して、システムを終了する。

【0070】図8は、各カメラ制御装置上で動作するカメラ制御ソフトウェアによる処理を示す。マスターカメラとスレーブカメラとは同一のプログラムにより動作し、メッセージの種類に応じてその役割を変更する。

【0071】まずカメラの初期化を行った後（ステップS820）、メッセージ待ちを行う（ステップS821）。なんらかのメッセージがあった場合には、ステップS822、823、828においてその内容を確認する。

【0072】終了イベントであった場合（ステップS822）、カメラ制御ソフトウェアを終了する。

【0073】イベントがモータの回転角度を指定する制御コマンドであった場合（ステップS823）、マスターカメラとしての動作命令である。この場合、ステップS824において、制御コマンドに従ってモータの制御を行い、ステップS825において、上述した手法により撮影対象の位置計測を行う。その計測結果は、カメラ操作端末のカメラ操作ソフトウェアに送信する（ステップS826）。又、スレーブカメラにも制御命令及び制御情報として送信する（ステップS827）。

【0074】イベントが三次元ワールド座標を指定しての姿勢制御命令であった場合（ステップS828）、スレーブカメラとしての動作命令である。この場合、ステップS829において、指定された位置を向くようなカメラの姿勢を計算し、ステップS830において、モータの制御を行う。この際に、スレーブカメラの移動角度は、上記式(3)で求められる $\theta_{st}$ 、 $\phi_{st}$ を採用する。

【0075】以上述べたようにイベントに対する処理を行ったならば、ステップS821に戻ってイベント待ちを行う。

【0076】以上述べた第1の実施の形態では、姿勢制御可能な複数台のカメラをネットワークで接続し、そのうちの1つのカメラをオペレータが制御するマスターカメラとして選択して制御を行い、残りのカメラをスレーブカメラとして上記マスターカメラから得られた情報に従って制御するようにしている。これにより、複数台のカメラを個々に制御する必要がなくなり、コストの削減と正確かつ柔軟な制御とを両立させたカメラ制御システムを構築することができる。

【0077】しかも、自動合焦機能だけでなく、ズーム機能を組み合わせて撮影対象までの距離計測を行うことにより、精度の高い位置計測を行うことが可能となる。

【0078】（第2の実施の形態）第2の実施の形態で

は、上述した第1の実施の形態において、スレーブカメラでもマスターカメラと同様な手法を用いて撮影対象の位置計測を行うことにしている。その結果、マスターカメラ及びスレーブカメラから得られる複数の位置情報を用いて、撮影対象の位置計測の精度をさらに向上させるものである。

【0079】本実施の形態におけるカメラ制御システムのハードウェア構成、全てのカメラ及びカメラ制御装置等の構成は、上記第1の実施の形態と同じであり、その説明は省略する。本実施の形態においても、上記第1の実施の形態と同じく、カメラモジュールは2組以上あればよい。

【0080】図9に示すように、3台のカメラ9-1~9-3があり、カメラ9-1がマスターカメラとなっているとする。図9(a)は、オペレータが図5に示したGUIによりマスターカメラ9-1を操作し、撮影対象Rに照準を合わせ、位置計測を行った状態を示す。 $\theta_{11}$ 、 $\theta_{21}$ 、 $\theta_{31}$ はそれぞれカメラ9-1~9-3の画角であり、位置計測結果はP1、誤差範囲はe1として示す。

【0081】マスターカメラ9-1での位置計測結果P1はスレーブカメラ9-2、9-3に送信され、これらスレーブカメラ9-2、9-3でも位置計測が行われる。この様子を図9(b)に示す。同図では、マスターカメラ9-1から得られた撮影対象Rの位置計測結果P1を用いて、後述するようにしてスレーブカメラ9-2、9-3自身が位置計測を行い、スレーブカメラ9-2における位置計測結果及び誤差範囲結果(P2, e2)と、スレーブカメラ9-3における位置計測結果及び誤差範囲結果(P3, e3)とを得ている。全てのカメラ9-1~9-3の位置計測結果を統合し、統合の方法として例えば計測結果の平均を求めるとEとなり、実際の撮影対象の位置Rに近い計測結果が得られ、マスターカメラが単体で求めた計測結果よりも精度を向上させることができる。

【0082】ここで、スレーブカメラ9-2がマスターカメラ9-1の位置計測結果P1を用いて位置計測結果P2を求める方法について説明する。位置計測結果P1を受け取ったスレーブカメラ9-2は、その位置P1の方向に姿勢を制御する。その結果、撮影対象が視野に入るが、計測誤差により撮影対象が必ずしも画面の中央に位置するわけではない。自動合焦機能による位置計測は、上記第1の実施の形態で述べたように、検出領域(観測領域)を設定し、その領域内で焦点が合うようにレンズの制御を行う。したがって、この検出領域を視野内でずらして真の撮影対象を探す必要がある。この処理は、画面中央を中心としてその周囲に検出領域を移動して、それぞれの位置で自動合焦を行って距離計測し、距離の最も近くなる領域の位置を割り出して、その方向にカメラを制御することで結果として撮影対象が画面中央に収まるようになる。

【0083】次に、本実施の形態のカメラ制御システム

の制御処理について説明する。カメラ操作端末上で動作するカメラ操作ソフトウェアによる処理は、基本的には上記第1の実施の形態と同じであり、その相違点のみを図7を用いて説明する。本実施の形態では、ステップS708における位置情報はマスターカメラに加えてスレーブカメラからも受け取る。そして、ステップS709において、現在分かっている複数の位置情報からより正確な撮影対象の位置を推定する。推定値として、例えば複数の位置情報の平均値を用いる。位置情報は、マスターカメラ及び各スレーブカメラから断続的に入手できるが、いずれか1つのカメラからの情報が入力されるたびに図5に示したGUIの位置情報5-7を更新する。

【0084】次に、各カメラ制御装置上で動作するカメラ制御ソフトウェアによる処理を説明する。図10は、上記第1の実施の形態で説明した図8と基本的には同一であるので、以下では相違点のみを説明する。動作が異なるのは、ステップS1009~ステップS1013に示すスレーブカメラとしての動作命令を受け取った場合であり、それ以外のステップS1001~ステップS1008については、図8に示したステップS820~ステップS827と同様である。

【0085】スレーブカメラは、ステップS1009においてスレーブカメラとしての動作指令、すなわち三次元ワールド座標を指定しての姿勢制御命令を受け取ると、ステップS1010においてモータの制御角度を計算する。ここで、先に述べたように、検出領域を画面上で移動し、最も距離の近いところにある画面上の位置が最終的に画面中央になるように制御角度を計算する。

【0086】次に、ステップS1011においてモータの制御を行い、計算した制御角度にカメラの姿勢を向ける。そして、ステップS1012において再度位置計測を行い、ステップS1013においてその結果をカメラ操作端末のカメラ操作ソフトウェアに送信する。カメラ操作ソフトウェアでは、上述したように受け取った情報を統合して、位置計測結果を計算し表示する。

【0087】以上述べた第2の実施の形態によれば、マスターカメラ及びスレーブカメラの双方において撮影対象の位置計測を行い、その結果得られた複数の位置計測結果を統合することにより、位置計測精度の向上を実現することができる。

【0088】(その他の実施の形態) 上述した実施の形態の機能を実現するべく各種のデバイスを動作させるように、該各種デバイスと接続された装置或いはシステム内のコンピュータに対し、上記実施の形態の機能を実現するためのソフトウェアのプログラムコードを供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ(CPU或いはMPU)に格納されたプログラムに従って上記各種デバイスを動作させることによって実施したものも、本発明の範疇に含まれる。

【0089】又、この場合、上記ソフトウェアのプログ

ラムコード自体が上述した実施の形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、及びそのプログラムコードをコンピュータに供給するための手段、例えばかかるプログラムコードを格納した記録媒体は本発明を構成する。かかるプログラムコードを記憶する記録媒体としては、例えばフロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等を用いることができる。

【0090】又、コンピュータが供給されたプログラムコードを実行することにより、上述の実施の形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードがコンピュータにおいて稼働しているOS（オペレーティングシステム）或いは他のアプリケーションソフト等と共同して上述の実施の形態の機能が実現される場合にもかかるプログラムコードは本発明の実施の形態に含まれることはいうまでもない。

【0091】さらに、供給されたプログラムコードがコンピュータの機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに格納された後、そのプログラムコードの指示に基づいてその機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部又は全部を行い、その処理によって上述した実施の形態の機能が実現される場合にも本発明に含まれることはいうまでもない。

【0092】なお、上記実施の形態において示した各部の形状及び構造は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその精神、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

【0093】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、複数台のカメラを個々に手動制御或いは自動制御するのではなく、一カメラに追従させて他のカメラを制御することにより、新たな機能を持たせることなく、適用環境や適用対象の広さと経済性とを兼ね備えたシステムを構築することができる。しかも、撮影対象までの距離計測を行う際にズーム制御を行うことにより、精度の高い距離計測を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態のカメラ制御システムの構成を示す図である。

【図2】カメラ、カメラ制御装置、及びカメラ操作端末の構成を示す図である。

【図3】(a)がズームと被写界深度との関係を示す図で、(b)がズームと合焦限界距離との関係を示す図である。

【図4】ズーム制御と自動合焦制御とによる距離計測の

原理を説明するための図である。

【図5】カメラ操作端末のユーザインターフェースを構成するGUI（Graphical UserInterface）の一例を示す図である。

【図6】撮影対象の位置計測及びカメラ制御目標値の計算の原理を説明するための図である。

【図7】第1の実施の形態におけるカメラ操作ソフトウェアによる処理を示すフローチャートである。

【図8】第1の実施の形態におけるカメラ制御ソフトウェアによる処理を示すフローチャートである。

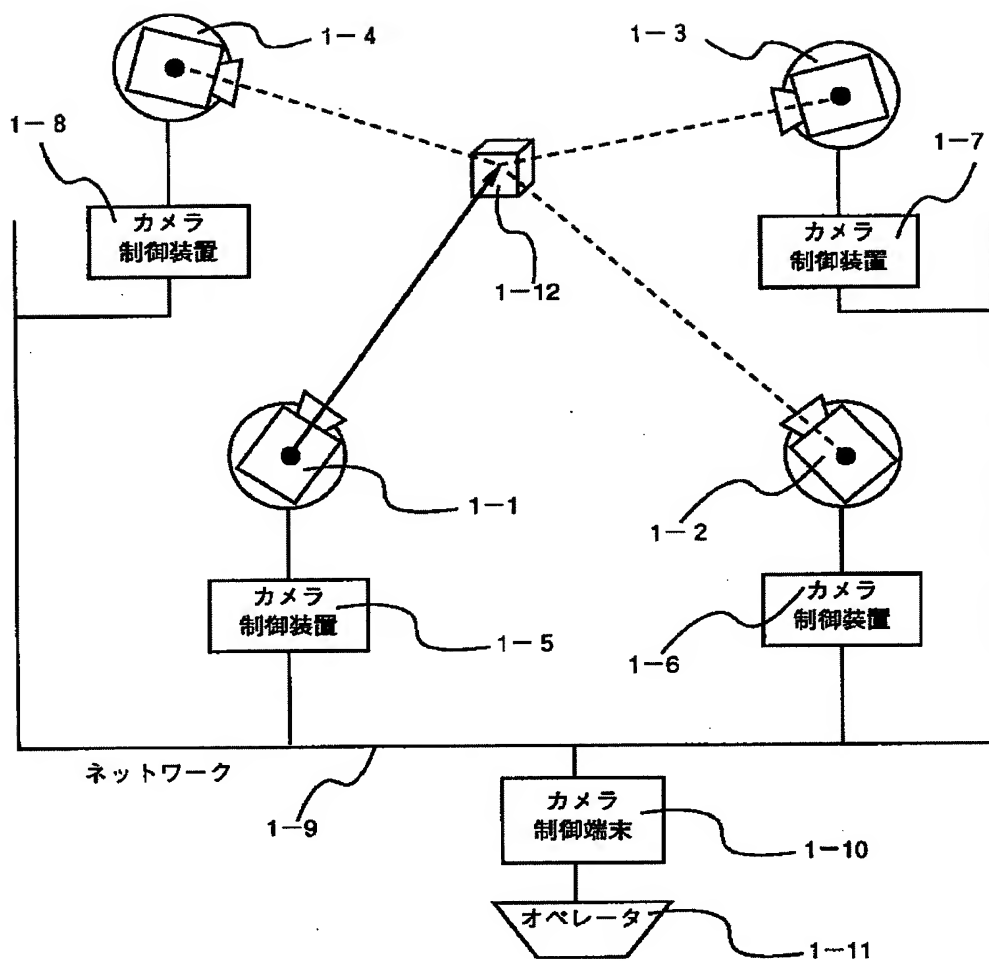
【図9】第2の実施の形態において複数のカメラの位置計測結果を統合する原理を説明するための図である。

【図10】第2の実施の形態におけるカメラ制御ソフトウェアによる処理を示すフローチャートである。

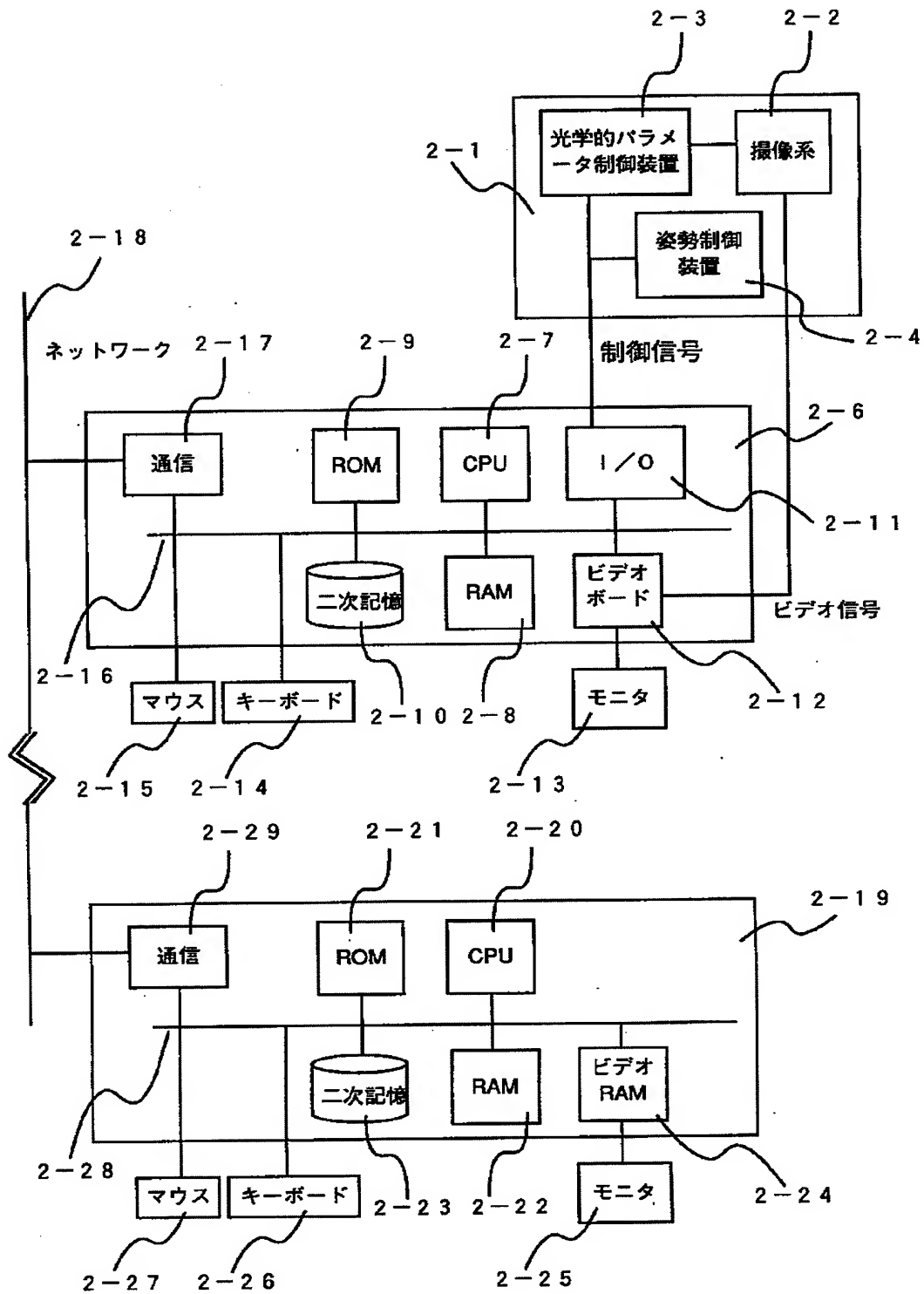
【符号の説明】

1-1～1-4、4	カメラ
1-5～1-8	カメラ制御装置
1-9	ネットワーク
1-10	カメラ操作端末
1-11	オペレータ
1-12	撮影対象
2-1	カメラ
2-2	撮像系
2-3	カメラパラメータ制御装置
2-4	姿勢制御装置
2-6	カメラ制御装置
2-7	CPU
2-8	RAM
2-9	ROM
2-10	二次記憶装置
2-11	I/O
2-12	ビデオキャプチャボード
2-13	モニタ
2-14	キーボード
2-15	マウス等のポインティングデバイス
2-16	バス
2-17	通信部
2-18	ネットワーク
2-19	カメラ制御装置
2-20	CPU
2-21	ROM
2-22	RAM
2-23	二次記憶装置
2-24	ビデオRAM
2-25	モニタ
2-26	キーボード
2-27	マウス等のポインティングデバイス
2-28	バス
2-29	通信部

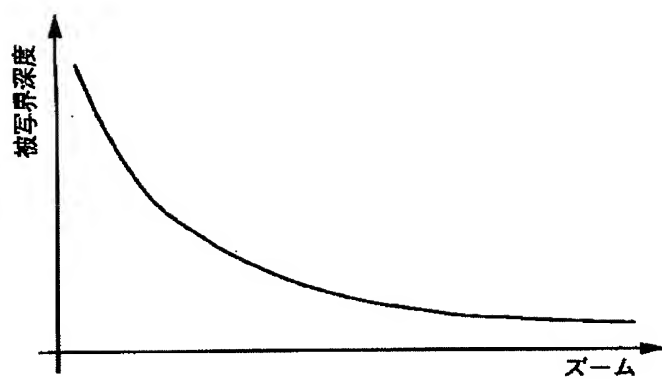
【図1】



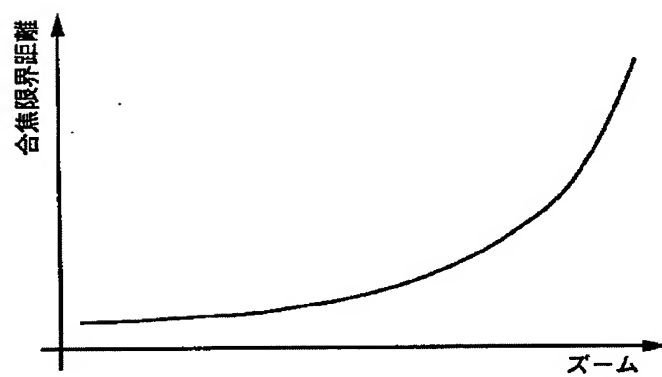
【図2】



【図3】

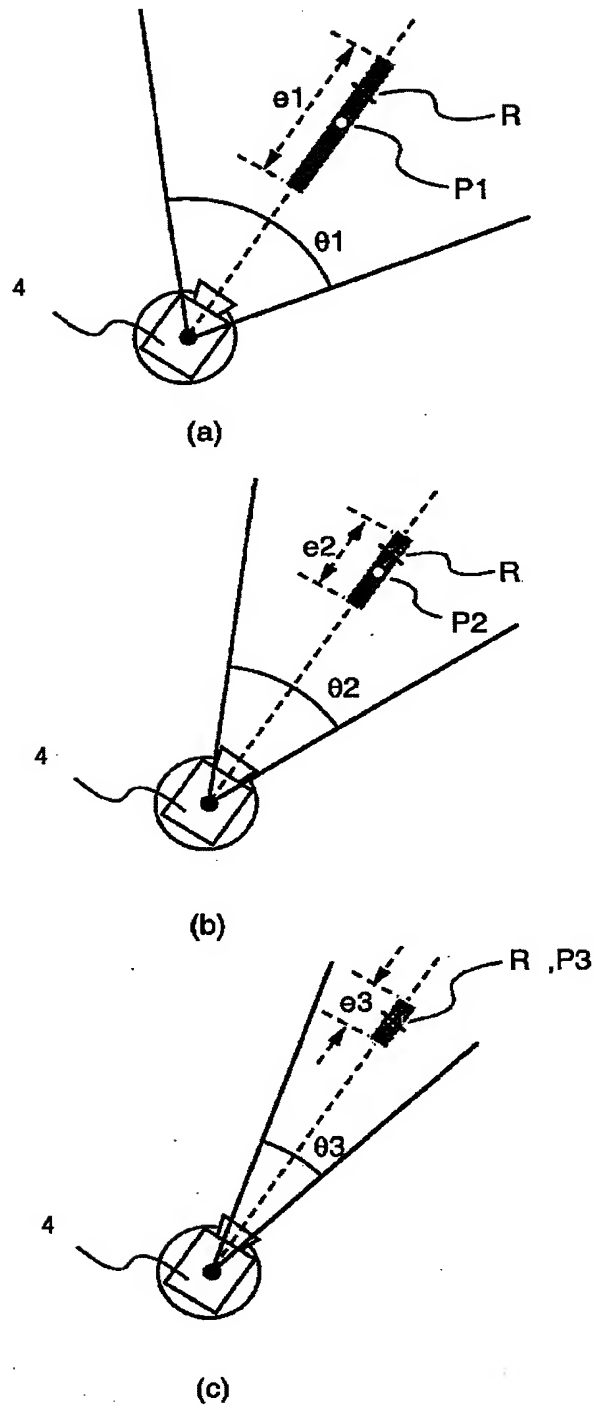


(a)



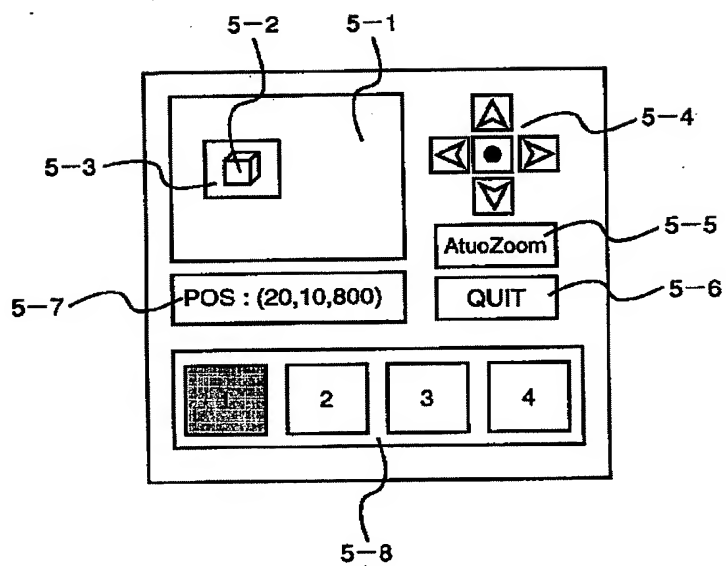
(b)

【図4】

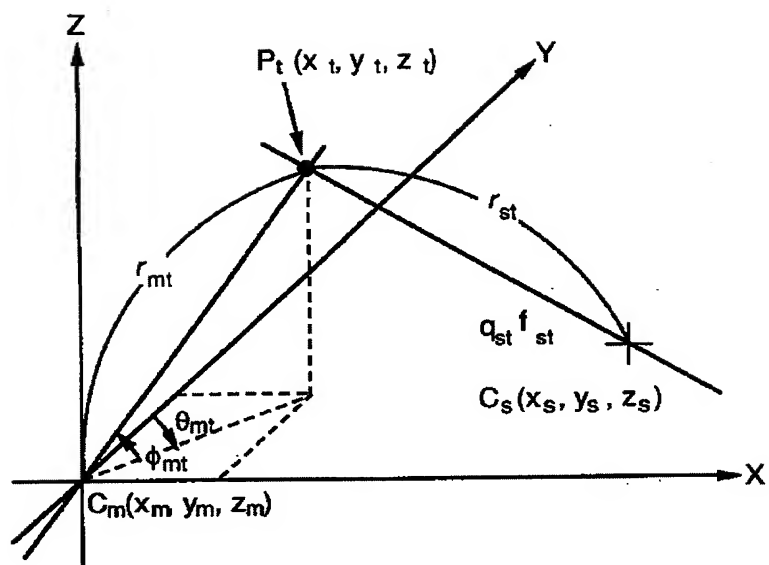




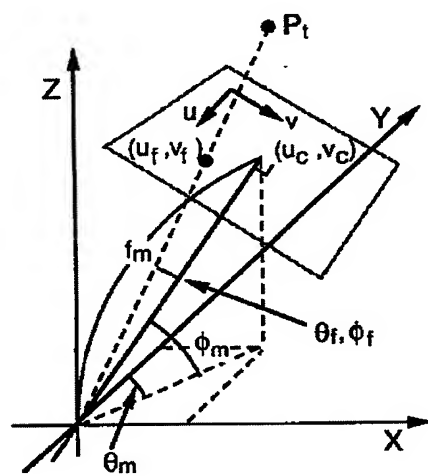
【図5】



【図6】

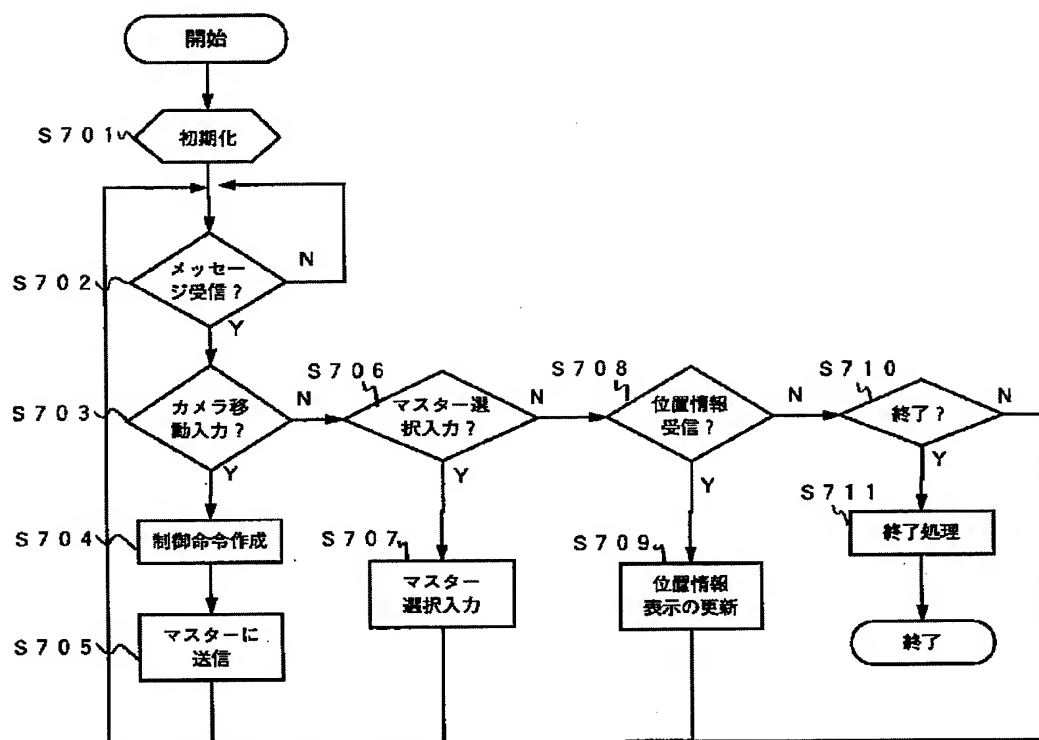


(a)

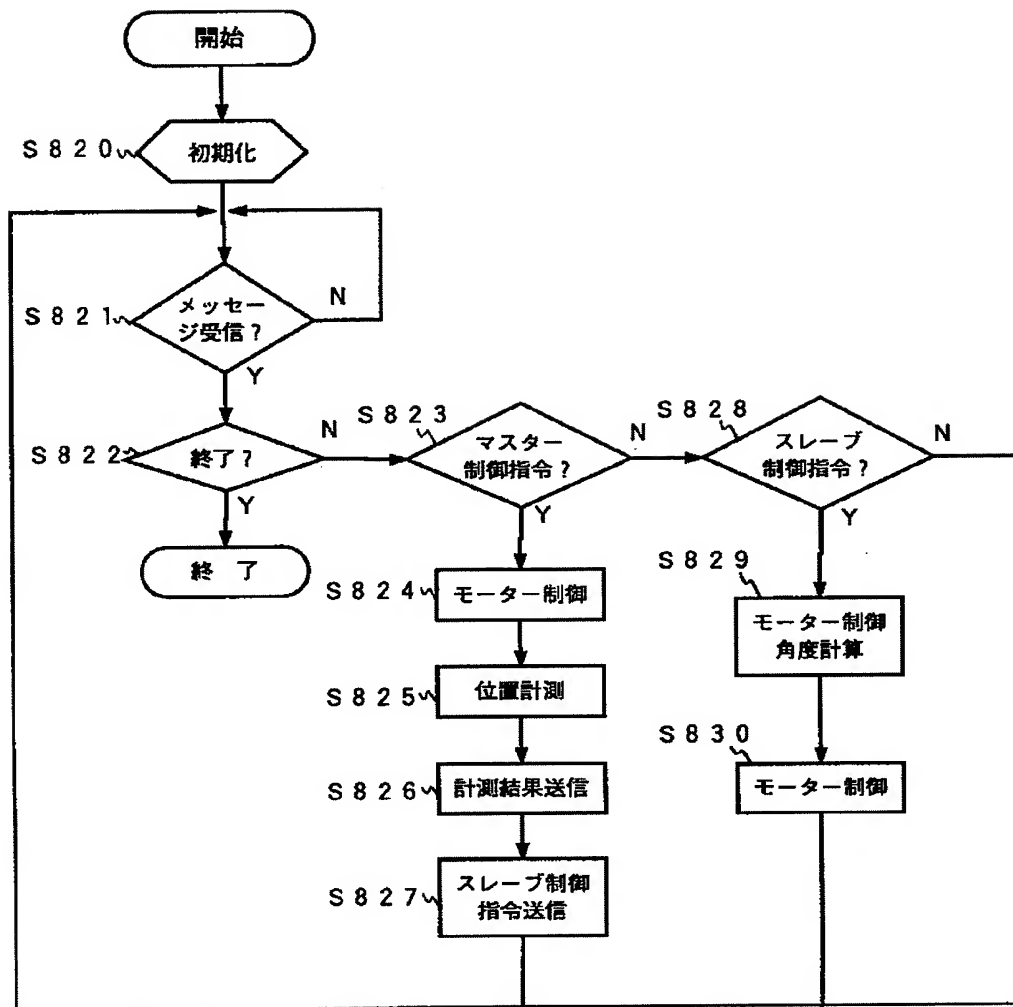


(b)

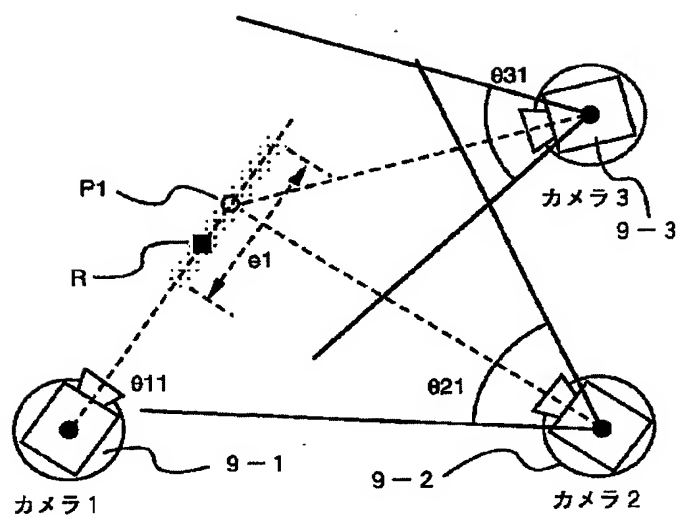
【図7】



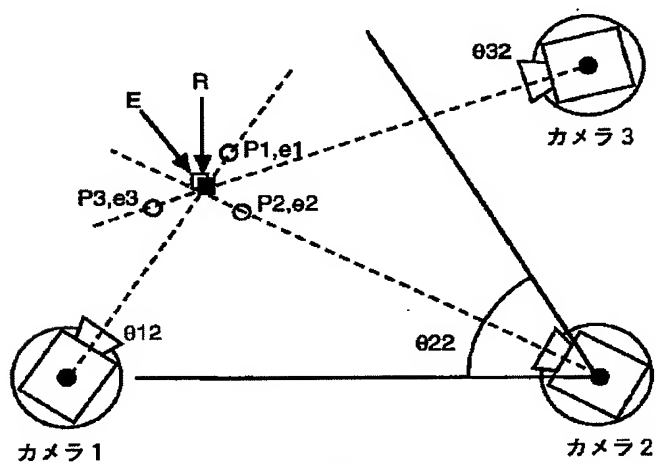
【図8】



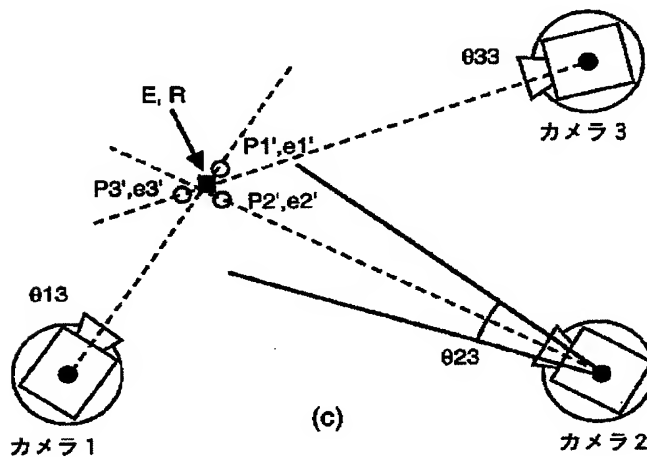
【図9】



(a)

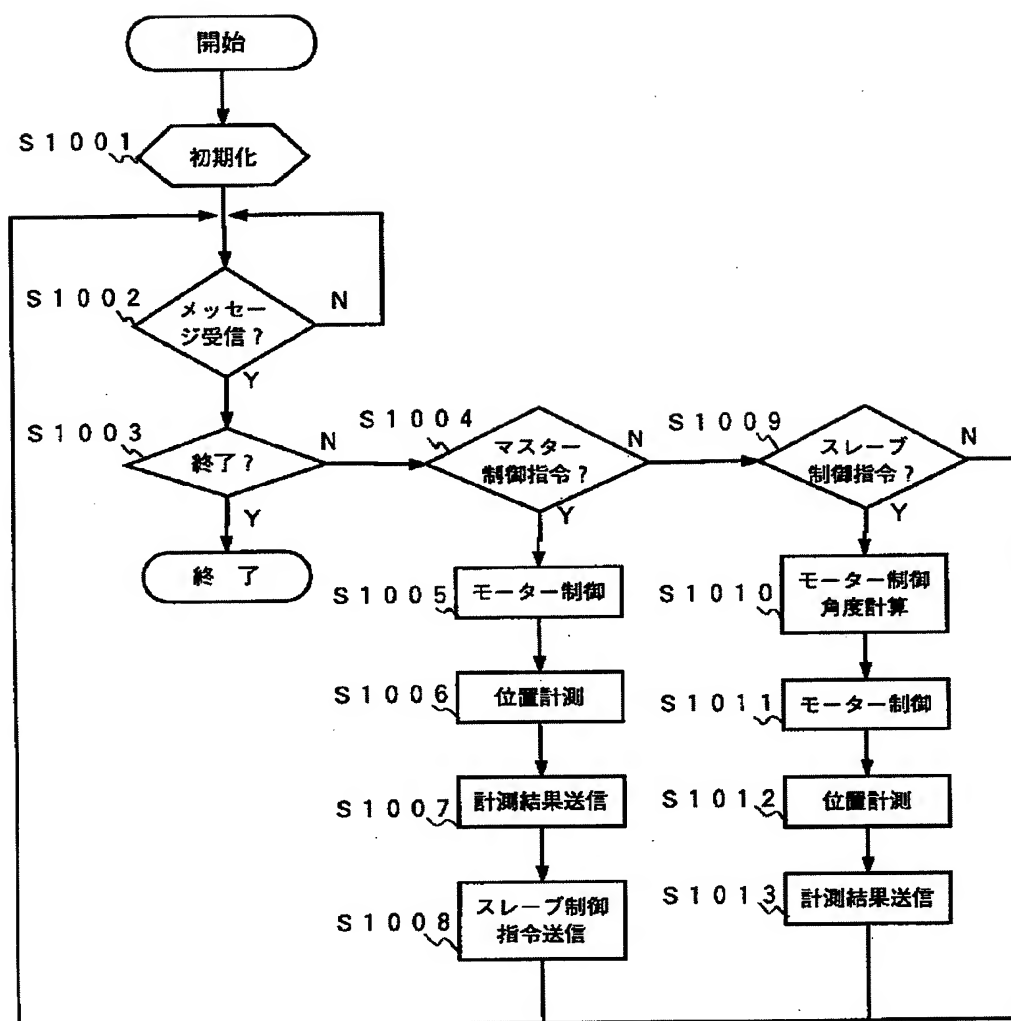


(b)



(c)

【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA06 AA31 EE00 FF10  
 FF21 FF63 FF65 FF67 JJ03  
 JJ05 JJ26 LL06 LL30 NN13  
 NN20 PP05 QQ00 QQ23 QQ28  
 SS02 SS03 SS13  
 5C022 AA01 AB22 AB65 AB66 AC74  
 5C054 AA02 CF05 DA01 DA09